

# Koromkibocsátás vizsgálata pirolízisolaj-diesel tüzelőanyagkeverék alkalmazásánál

## Investigation of soot emissions using pyrolysis oil-diesel fuel mixture

KONDOR István Péter<sup>1\*</sup>, DR. ZÖLDY Máté<sup>2</sup>, BEREZKY Ákos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Neumann János Egyetem GAMF Kar Járműtechnológia Tanszék, H-6000 Kecskemét Izsáki út 10. Magyarország, kondor.peter@gamf.uni-neumann.hu 06-76-516-489

<sup>2</sup>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, H-1521 Budapest, P.O.B. 9 Magyarország, mate.zoldy@auto.bme.hu

<sup>3</sup>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, H-1521 Budapest, P.O.B. 9 Magyarország, berezky@energia.bme.hu

### Abstract

*In modern days the waste generation of the modern society took such a large extent, that other than its environment harming aspects, it also endangers humanity's sustainable development. Due to the motorisation and the increasing number of vehicles, the amount of used car tires is drastically increasing year by year. An estimated 1.5 trillion waste car tyres are generated annually, which will be doubled in the following 30 years. One of the recycling methods of waste tires is pyrolysis, during which pyrolysis oil is produced. The components of said diesel fuel is different from the commercially available diesel fuel and the following research's goal is to investigate the effects of pyrolysis diesel on the combustion, if we mix it in smaller volume percentages with regular diesel fuel.*

### Kivonat

*A hulladéktermelés napjainkra a modern fogyasztói társadalom hatására olyan méreteket kezd ölteni, ami környezetkárosító hatása mellett veszélyezteti az emberiség fenntartható fejlődését. A motorizáció, a gépjárművek évről évre emelkedő száma miatt az elhasznált gumiabroncsok száma is drasztikusan emelkedik napjainkra körülbelül 1,5 billió elhasznált gumiabroncs keletkezik évente, ami a következő 30 évben előreláthatólag meg fog duplázódni [1]. A gumiabroncsok újra hasznosításának egyik módja a pirolízis eljárás, amely során pirolízis olaj keletkezik [2]. Az ilyen eljárással nyert tüzelőanyag összetétele különbözik a kereskedelmi forgalomban kapható dieselolajtól, ezért a kutatás célja annak a vizsgálata, hogy milyen hatással van az égésre, ha kis térfogatszázalékban keverjük a diesel olajhoz.*

**Kulcsszavak:** pirolizált olaj, gumihulladék, koromképződés

## 1. BEVEZETÉS

A kutatáshoz egy Mitsubishi haszongépjármű dieselmotor motorfékpadon mért vizsgálati eredményei lettek felhasználva. A mérések során különböző térfogatszázalékban kevert gumialapú pirolízis olaj és diesel olaj károsanyag kibocsátásra, teljesítményre és motorélettartamra gyakorolt hatása lett vizsgálva. A kutatás célja a koromképződés vizsgálata különböző terhelési állapotoknál különböző térfogatszázalékban kevert tüzelőanyagokkal. Napjainkban a diesel tüzelőanyaghoz 5 térfogatszázalékig bio tartalmú tüzelőanyagot kevernek [3]. A gazdasági érdekek mellett a globális felmelegedés, a túlnépesedés, és a környezetvédelem problémái is fokozzák a biológiai eredetű, alternatív hajtóanyagok iránti igényt, viszont az ilyen tüzelőanyagok előállítása nagymértékben csökkenti az élelmiszertermesztésre használható területek nagyságát [4]. A kutatás célja, hogy a biológiai eredetű tüzelőanyagot hulladék alapú tüzelőanyaggal lehessen helyettesíteni.

## 2. A KÍSÉRLET FELÉPÍTÉSE

A vizsgálathoz használt motor egy Mitsubishi S4S-DT A motor paramétereit az 1. táblázat tartalmazza. Ez a motor egy úgynevezett „Light Duty” kategóriájú dízelmotor, amelyet főként targoncáknál és generátorhajtásokra használnak. A vizsgálatok különböző terheléseknél és fordulatszámoknál különböző

térfogatszázalékokban kevert pirolízis olaj diesel olaj keverékekkel lettek végrehajtva. A koromtartalom AVL Micro Soot szenzorral lett mérve.

1. táblázat: A motor tulajdonságai

Motor széria	Mitsubishi S4S-DT
Motor típusa	4-ütemű, dízelmotor
Hengerelrendezés	Soros
Hengerek száma	4
Lökettérfogat	3331 cm <sup>3</sup>
Lökethossz x furatátmérő (mm)	120x94
Feltöltés típusa	Turbófeltöltés
Száraz tömeg	250 kg
Befecskendezés típusa	Közvetlen befecskendezés
Adagoló típusa	Forgóelosztós adagoló
Maximális teljesítmény	70 kW
Maximális fordulatszám	2500 1/min

A mérések a Neumann János Egyetem Innovatív Járművek és Anyagok tanszékének motorfékpadján lettek elvégezve. A motor 1900-as és 2200-as fordulatszámra 40,50,60,80 és 100%-os terhelések mellett lett vizsgálva és végül azokat a munkapontokat lettek kiértékelve, ahol leadott tengelyteljesítmény volt mérhető. A motorfékpadra installált motort az 1. ábra mutatja.



1. ábra: A motor a fékpadon

### 3. TÜZELŐANYAG TULAJDONSÁGOK

A gázolaj esetében nem történt elemzés, mivel a legtöbb szakirodalom és a szimulációs szoftver is rendelkezik a gázolaj paramétereivel. Az irodalomkutatás [5] alapján meghatározott adatok az 2. táblázatban találhatóak.

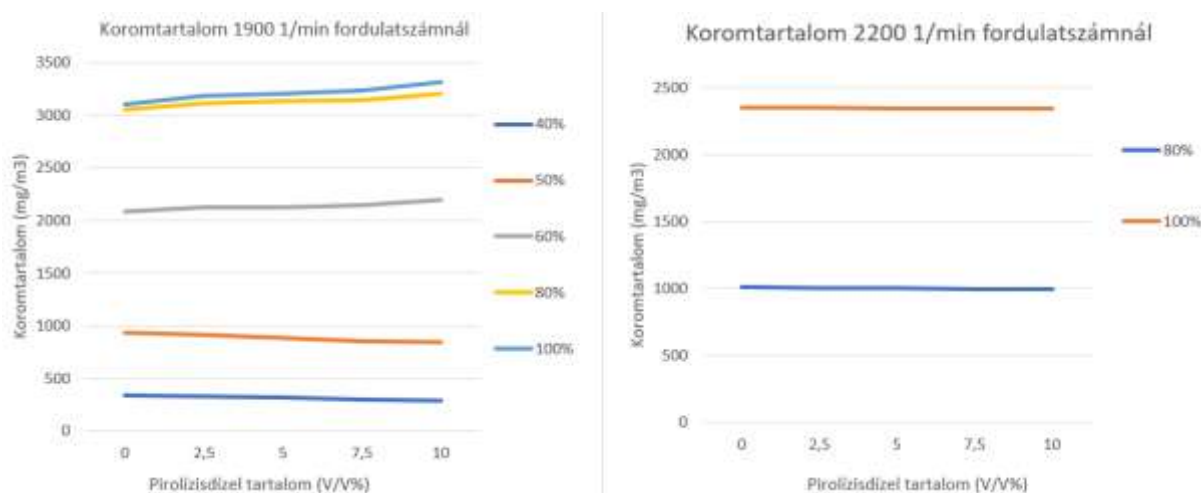
2. táblázat: Tüzelőanyag tulajdonságok

Tüzelőanyag	Gázolaj	Pirolízis olaj
Sűrűség [kg/m <sup>3</sup> ]	830	920
Víztartalom [mg/kg]	30	118
Sztöchiometrikus arány	14,7	13,8
Sztöchiometrikus keverék energia tartalma [MJ/kg]	2,74	2,89
Aromás tartalom [% m/m]	26	39,3
Kinematikus viszkozitás [mm <sup>2</sup> /s]	2,54	3,22
Dinamikus viszkozitás [Ns/m <sup>2</sup> ]	0,00214	0,00296
C-tartalom [% m/m]	87	84
H-tartalom [% m/m]	13	10
N-tartalom [% m/m]	-	0,6
S-tartalom [% m/m]	0,001	0,96
O-tartalom [% m/m]	-	2
Cetán index	53,2	28,6
Dermedéspont [°C]	0	20

Az összehasonlíthatóság miatt a két tüzelőanyag tulajdonságai egymás mellett kerültek felsorolásra. Jól látható, hogy a legtöbb érték közelít egymáshoz. Látható, hogy a pirolízis olaj víztartalma magasabb a gázolajéhoz képest, illetve aromás tartalma is magasabb, ezek a tényezők növelik az emissziós értékeket [6]. A másik két nagy eltérés, hogy a pirolízis olaj magas kén-tartalommal rendelkezik, ez szintén az emissziós értékeket rontja a gázolajhoz képest [7]. A kén-tartalom csökkentésére léteznek eljárások, de a szakirodalomban nem történt kénmentesítés. [8] A Cetán-index alacsonyabb a pirolízis olaj esetén, amely alacsonyabb szén-hidrogén jelenlétet jelent, a tesztek során ez csökkentette a szén- hidrogén emissziós értékét [9]. Felhasználásból eredő problémákat okozhatna a dermedéspont, hiszen az 20° C körül alakul, de ezt a problémát nagy valószínűséggel az adalékolás hiánya okozza [10].

#### 4. A MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÖSSZEHA-SONLÍTÁSA

A mérések során megállapítható, hogy alacsony teljesítményű munkapontokon a koromkibocsátása akár 20%-os is lehet. Magasabb terhelési pontokra térve azonban ez a tendencia megváltozik és akár egy 10%-os koromkibocsátás növekvést is eredményezhet. Ha emelkedik a motor fordulatszáma azonban az a tendencia figyelhető meg, hogy a koromtartalom változása minimálissá válik (kevesebb mint 1%). A mérési eredmények összehasonlítása 1900 1/min és 2200 1/min fordulatszámokon a 2. ábrán láthatóak.



2. ábra: Koromtartalom összehasonlítása 1900 és 2200 1/min fordulatszámoknál

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

A mérési eredményekből tisztán látható, hogy a koromtartalom a pirolízis olaj térfogatszázalékának növelésekor minimális mértékben növekvő tendenciát mutat. A kipufogógáz koromtartalmának kezelésére napjainkban elterjedt megoldás a részecskeszűrő alkalmazása. Mivel a vizsgálatához használt motor kipufogórendszere nem rendelkezett semmilyen részecskeszűrő rendszerrel ezért megállapítható, hogy ezt a problémát egy a kipufogórendszerbe integrált részecskeszűrővel jó hatásfokkal javítani lehetséges.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] M.N. ISLAM, M.R. NAHIAN: Improvement of Waste Tire Pyrolysis Oil and Performance Test with Diesel in CI Engine. 2016 <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5137247>
- [2] MACIAN V., BERMÚDEZ V., PAYRI R., GIMENO J.: New technique for determination of internal geometry of a Diesel nozzle with the use of silicone methodology. *Experimental Techniques*, Volume 27, Issue 2, 39–43, March 2003.
- [3] ZÖLDY, M. Improving Heavy Duty Vehicles Fuel Consumption with Density and Friction Modifier. *Int.J Automot. Technol.* 20, 971–978 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12239-019-0091-y>
- [4] PUNEET VERMA: Diesel engine performance and emissions with fuels derived from waste tyres. 2018. [https://www.researchgate.net/publication/322961642\\_Diesel\\_engine\\_performance\\_and\\_emissions\\_with\\_fuels\\_derived\\_from\\_waste\\_tyres](https://www.researchgate.net/publication/322961642_Diesel_engine_performance_and_emissions_with_fuels_derived_from_waste_tyres)
- [5] URBAN ŽVAR BAŠKOVIČ, TINE SELJAK, TOMAŽ KATRAŠNIK: Feasibility analysis of 100% tire pyrolysis oil in a common rail Diesel engine. 2017 <https://www.researchgate.net/publication/313333181>
- [6] VASS, S., & ZÖLDY, M. (2021). Effects of boundary conditions on a Bosch-type injection rate meter. *Transport*, 1-8. <https://doi.org/10.3846/transport.2021.14351>
- [7] VASS, S., & ZÖLDY, M. (2019). Detailed Model of a Common Rail Injector, *Acta Universitatis Sapientiae, Electrical and Mechanical Engineering*, 11(1), 22-33. doi: <https://doi.org/10.2478/auseme-2019-0002>
- [8] ADAM TOROK, ARPAD TOROK, FLORIAN HEINITZ, Usage of production functions in the comparative analysis of transport related fuel consumption. 2014.
- [9] I BARABÁS, IA Todoruț - Biodiesel-quality, Standards and Properties 2011.
- [10] CRISTOPH M. ARNDT, ADAM M. STEINBERG, Jan Böhnke, Redjem Hadel, Wolfgang Meier German Aerospace Center (DLR), Institute of Combustion Technology, Stuttgart, Germany, University of Toronto, Institute for Aerospace Studies, Toronto Canada „High Speed Imaging of Flame Structure and Dynamic Processes in Swirl Stabilized Pre-vaporized Liquid Fuel Flames” 2018.